|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Numérique et Sciences Informatiques | | |
| 1h30 | **Interconnexion de réseaux**  **Routage statique** |  |
| Objectif : protocole ARP, adresses MAC et IP, routage statique | | |
| **Matériel :** logiciel Filius | | |

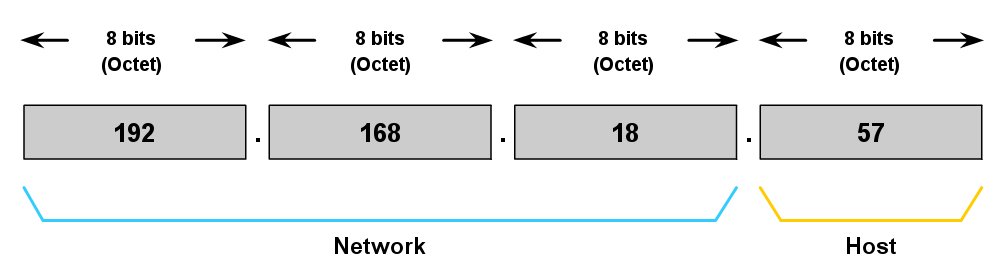
Exemple d'adresse IPv4 (4 octets) : 216.239.37.100

Exemple d'adresse IPv4 privée (adresses invisibles depuis l'extérieur du sous-réseau) : 192.168.18.57

Exemple d'adresse IPv6 (16 octets) : 2a01:cb05:80cf:5100:459c:feec:37cd:d6c7

Afin de permettre une meilleure gestion des machines interconnectées entre elles (limiter les droits d’accès) le **masque de réseau** permet de découper en deux parties l’adresse IP d’une machine :

* **NET-ID** (IP réseau), adresse au réseau.
* **HOST-ID** (IP poste), numéro de la machine dans le réseau.



**Remarque** : Pour pouvoir communiquer ensemble, les différentes machines doivent appartenir au même réseau (NET-ID).

**Exemple :**

Le poste 192.168.18.57 avec le masque 255.255.255.0 appartient au réseau 192.168.18.0 et c'est la machine n°57.

192.168.18.57 : IP poste : 1100 0000 . 1010 1000 . 0001 0010 . 0011 1001

**ET logique (=AND)**

255.255.255.0 : masque : 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 0000 0000

**=**

192.168.18.0 : IP réseau : 1100 0000 . 1010 1000 . 0001 0010 . 0000 0000

Le réseau (ou sous-réseau) peut donc être constitué des machines numérotées de 192.168.18.1 à 192.168.18.254

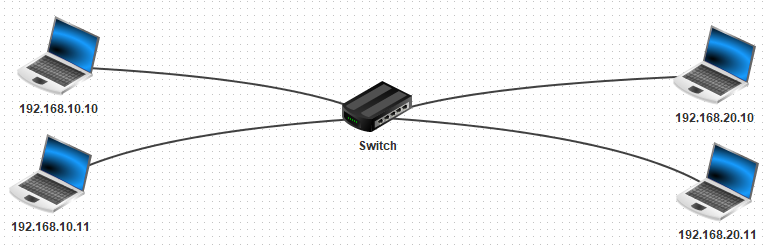
Adresses IPv4 réservées :

* 192.168.18.0 (identification du réseau) : Network-ID.
* 192.168.18.255 (communication avec toutes les machines du réseau) : Broadcast.

Notation CIDR : IP/nombre de bits à 1 dans le masque. Exemple : 192.168.18.57/24

* Réalisez le réseau suivant sous Filius.

**Topologie V1 du réseau du lycée :**



Au lycée il y a le réseau pédagogique (élèves, profs) et le réseau administratif (direction, intendance).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Adresses IP du réseau administratif :** | **Adresses IP du réseau pédagogique :** |
| **Adresse du réseau** | 192.168.10.0 | 192.168.20.0 |
| **Adresses des PCs\*** | PC0 : 192.168.10.10  PC1 : 192.168.10.11 | PC2 : 192.168.20.10 |
| PC3 : 192.168.20.11 |
| **Masque (Subnet Mask)** | 255.255.255.0 | 255.255.255.0 |

**\*Chaque réseau sera représenté par 2 PCs**

* Pourquoi les switchs n'ont pas d'adresse IP ?

Ils permettent seulement de se relier en Ethernet

* Passez en mode simulation et installez la ligne de commande pour réaliser un **ping** du PC 192.168.10.10 vers le PC 192.168.20.10. Que ce passe t-il, expliquez ?

La destination n’est pas accessible, car ils n’ont pas la même NET-ID

* Changez tous les masques en **255.255.0.0** puis réalisez un **ping** du PC 192.168.10.10 vers le PC 192.168.20.10. Que ce passe t-il ?

Le ping fonctionne

**Adressage MAC**

Une adresse MAC (Media Access Control) est un identifiant physique, unique au monde, enregistré sur chaque carte réseau.

Une adresse MAC est composée d'un code comportant 6 octets en hexadécimal.

Exemple d’adresse MAC d'une carte réseau : 5E:FF:56:A2:AF:15

Pour une adresse MAC on parle d'adresse matérielle et pour une adresse IP on parle d'adresse logique.

* En mode simulation, éditez la table SAT (Source Adress Table) du switch (clique gauche) puis remplissez le tableau suivant :

|  |  |
| --- | --- |
| **Adresse MAC :** | **Port ouvert sur le switch :** |
| 56 :EA :49 :7E :37 :82 | Port 3 |
| 7C :A7 :E0 :6D :29 :A2 | Port 0 |

* Réalisez un **ping** du PC 192.168.10.11 vers le PC 192.168.20.11 et éditez à nouveau la table SAT du switch, en déduire ce qu'est un **port**.

C’est un port Ethernet, une entrée physique

* Affichez les échanges de données (clic droit sur le PC 192.168.10.10) puis remplissez le tableau suivant :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Réseau (adresse MAC) :** | | **Internet (adresse IP) :** | |
|  | **Source** | **Destination** | **Source** | **Destination** |
| **ARP No.1** | 56 :EA :49 :7E :37 :82 | FF :FF :FF :FF :FF :FF | 192.168.10.10 | 192.168.20.10 |
| **ARP No.2** | 7C :A7 :E0 :6D :29 :A2 | 56 :EA :49 :7E :37 :82 | 192.168.20.10 | 192.168.10.10 |

Remarque : l'adresse MAC **FF:FF:FF:FF:FF:FF** est une adresse matérielle de diffusion (broadcast), Le message destiné à cette adresse est lu par toutes les machines du réseau.

* D'après le tableau précédent, expliquez le rôle du protocole ARP (Address Resolution Protocol) sachant que ARP No.2 est la réponse de la machine Destination suite à ARP No.1.

Avec ce protocole, les appareils ciblés s’échangent leur adresse MAC

Comme vous pouvez le constater dans la structure de la trame Ethernet, lorsque le PC 192.168.10.10 veut communiquer avec le PC 192.168.20.10, il doit envoyer son adresse MAC (source).

Mais il doit aussi envoyer l'adresse MAC du PC 192.168.20.10 (destination) alors qu'il ne la connait pas (c'est le rôle du protocole ARP de récupérer cette adresse MAC).

**Structure d'une trame Ethernet** (avec encapsulation des protocoles dont TCP et IP) :

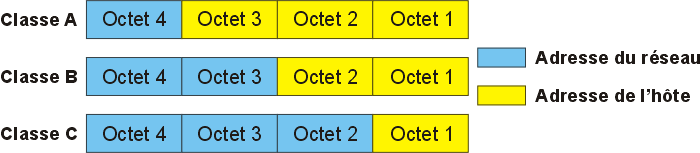
**Trame paquet Segment**



Une trame Ethernet utilise les protocoles IP et TCP pour transmettre des données entre 2 machines.

La taille d'une trame Ethernet est comprise entre 64 octets et 1518 octets, en fonction de la quantité de données à transporter.

* Remettez tous les masques en **255.255.255.0** (classe C) pour la suite du TP.



* Est-il possible d'affecter un numéro unique (adresse IP) à chaque machine du lycée en utilisant uniquement le dernier octet de l'adresse IP (classe C) ?

Le réseau du lycée est composé de plus de 600 machines (PCs, imprimantes, serveurs ...).

Non, sur 1 octet, on peut mettre que 254 machines

**On a 3 solutions pour réaliser le réseau du lycée :**

* **Solution 1** : numéroter toutes les machines en utilisant les 2 derniers octets (16 bits) de l'adresse IP pour avoir 65534 numéros (216 -2 = 65534).
* **Solution 2** : utiliser seulement les 10 derniers bits de l'adresse IP (210 = 1024).
* **Solution 3** : créer plusieurs réseaux (= sous-réseaux) qu'on inter-connectera entre eux.

On vient de réaliser le réseau du lycée avec la **solution 1** → on va privilégier la **solution 3** car elle permet, grâce au masque, d'interdire (ou pas) l'accès d'un réseau à un autre (sécurité).

Au lycée le réseau pédagogique n'a pas accès aux machines du réseau administratif.

**Réseau du lycée sans le serveur Pronote**

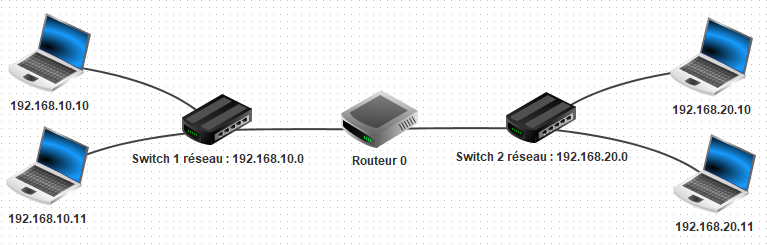
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Adresse IP du réseau administratif :** | **Adresse IP du réseau pédagogique :** |
| **Adresse du réseau** | 192.168.10.0 | 192.168.20.0 |
| **Adresses des PCs** | PC0 : 192.168.10.10  PC1 : 192.168.10.11 | PC2 : 192.168.20.10  PC3 : 192.168.20.11 |
| **Masque (Subnet Mask)** | 255.255.255.0 = /24 | 255.255.255.0 = /24 |
| **Adresse de diffusion (Broadcast)** | 192.168.10.255 | 192.168.20.255 |

**Masque de réseau (ou sous-réseau) :**

(255.255.255.0)10 = (1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 0000 0000)2 : 24 bits à 1 → notation CIDR = /24 (255.255.255.252)10 = (1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1100)2 : 30 bits à 1 → notation CIDR = /30

* Réalisez le réseau suivant sous Filius.

**Topologie V2 du réseau du lycée :**

****

Les réseaux administratif et pédagogique sont **privés**.

Seul le point d'accès à Internet (= box) du lycée doit avoir une adresse IP **publique** (= adresse IP unique au monde).

Les plages d'adresses réservées aux réseaux privés sont (norme RFC-1918) :

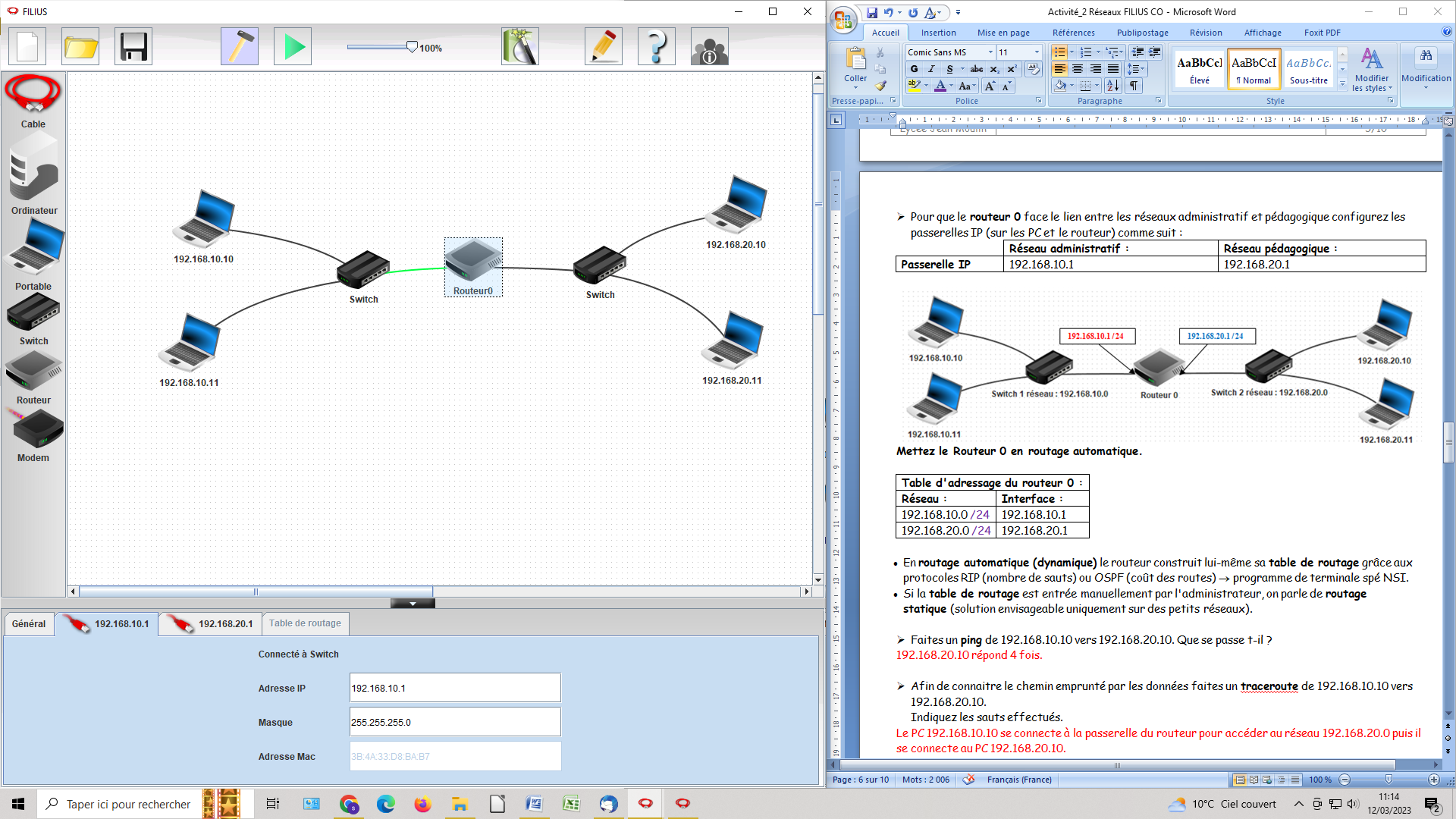
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Plage IP pour un réseau privé :** | **Masque de réseau :** | **Nombre de machines possibles dans le réseau :** |
| 10.0.0.0 - 10.255.255.254 | 255.0.0.0 | 224 - 2 = 16 777 214 |
| 172.16.0.0 - 172.31.255.254 | 255.X.X.0 | 100 480 574 |
| 192.168.0.0 - 192.168.255.254 | 255.255.255.0 | 216 - 2 = 65 534 |

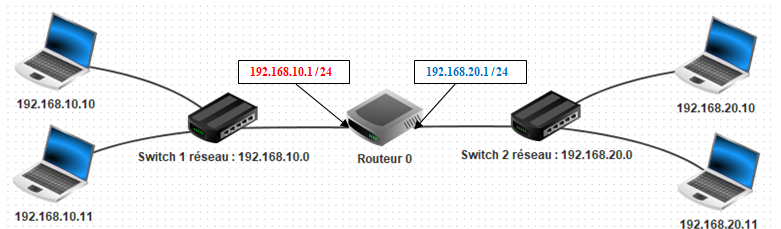
* Faites un **ping** de 192.168.10.10 vers 192.168.20.10. Que se passe t-il ?

Destination inaccessible

* Pour que le **routeur 0** face le lien entre les réseaux administratif et pédagogique configurez les passerelles IP (sur les PC et le routeur) comme suit :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Réseau administratif :** | **Réseau pédagogique :** |
| **Passerelle IP** | 192.168.10.1 | 192.168.20.1 |



****

* Mettez le **Routeur 0** en routage **automatique**.

Le routage automatique va construire la table de routage suivante :

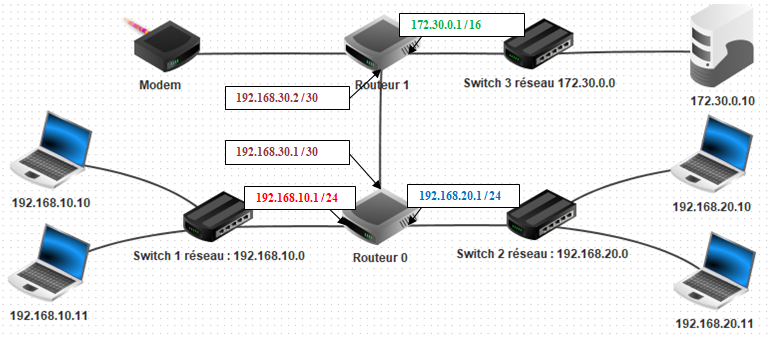
|  |  |
| --- | --- |
| **Table d'adressage du routeur 0 :** | |
| **Réseau :** | **Interface :** |
| 192.168.10.0 /24 | 192.168.10.1 |
| 192.168.20.0 /24 | 192.168.20.1 |

* En **routage automatique (dynamique)** le routeur construit lui-même sa **table de routage** grâce aux protocoles RIP (nombre de sauts) ou OSPF (coût des routes) → programme de terminale spé NSI.
* Si la **table de routage** est entrée manuellement par l'administrateur, on parle de **routage statique**(solution envisageable uniquement sur des petits réseaux).
* Faites un **ping** de 192.168.10.10 vers 192.168.20.10. Que se passe t-il ?
* Afin de connaitre le chemin emprunté par les données faites un **traceroute** de 192.168.10.10 vers 192.168.20.10.  
  Indiquez les sauts effectués.

PCA0 🡪 SwitchA 🡪 Routeur 🡪 SwitchP 🡪 PCP0 🡪 PCP0 🡪 SwitchP 🡪 Routeur 🡪 SwitchA 🡪 PCA0

**Réseau du lycée avec le serveur Pronote**

**Topologie V3 du réseau du lycée avec le serveur Pronote ayant l'IP 172.30.0.10 :**



**Masque : /16 = 255.255.0.0**

**Masque : /24 = 255.255.255.0**

**Masque : /30 = 255.255.255.252**

Le réseau du serveur Pronote est configuré comme suit :

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Adresse IP :** |
| **Adresse du réseau** | 172.30.0.0 |
| **Adresse du serveur Pronote** | 172.30.0.10 |
| **Masque (Subnet Mask)** | 255.255.0.0 |
| **Adresse de diffusion (Broadcast)** | 172.30.255.255 |

* A quoi sert le modem (≈ box) ?

A relier au reste du monde

* Le serveur Pronote possède-t-il une adresse privée ou publique ?

Une adresse privée

* Combien de réseaux sont directement connectés au **routeur 0** ?

3

* Combien de réseaux sont directement connectés au **routeur 1** ?

3

* Complétez le réseau du lycée sous le logiciel Filius (ne mettez pas le modem).

Configurez les routeurs en **routage automatique**.

* Faites un **ping** du PC 192.168.10.10 vers le serveur Pronote. Que se passe t-il ?

Les paquets sont bien renvoyés

* Complétez le tableau suivant (table de routage du **routeur 1**) :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Table de routage du routeur 0 :** | | | |
| Réseau de destination | Masque du réseau de destination | Passerelle suivante | Via l'Interface |
| 172.30.0.0 | 255.255.0.0 | 192.168.30.2 | 192.168.30.1 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Table de routage du routeur 1 :** | | | |
| Réseau de destination | Masque du réseau de destination | Passerelle suivante | Via l'interface |
| 192.168.30.2 | 255.255.255.255 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 |
| 172.30.0.1 | 255.255.255.255 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 |

* Pourquoi le réseau entre les 2 routeurs à un masque /30 (255.255.255.252) et non /24 ?

Pour limiter les soucis avec les sous-réseaux